



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Phenyl Ethyl Alcohol ($C_8H_{10}O$) atau PEA merupakan suatu senyawa yang diperoleh dari sintesis bahan kimia. Senyawa ini berupa cairan tidak berwarna yang sangat mudah menguap, memiliki aroma seperti bunga mawar, dan umum digunakan pada industri makanan, pengharum, dan kosmetik (Soccol, 2019). Senyawa kimia ini dapat dibuat dengan tiga proses, yaitu menggunakan reaksi grinard, reaksi friedel-craft, dan hidrogenasi stirena oksida. Bahan baku yang dapat digunakan untuk memproduksi *phenyl ethyl alcohol* antara lain bromo benzene, benzena, etilen oksida dan stirena oksida. Proses pembuatan *phenyl ethyl alcohol* dengan bahan stirena oksida dapat dilakukan dengan cara menghidrogenasi stirena oksida dengan bantuan katalis padat dari logam yang memiliki gugus platinum dan di dalam reaksi terdapat senyawa basa organik maupun anorganik yang berfungsi sebagai *promoter* dan alkohol sebagai pelarut. Proses hidrogenasi stirena oksida menggunakan katalis yang tidak beracun sehingga lebih ramah lingkungan dan dalam proses ini memiliki resiko dimana gas hidrogen memiliki tekanan yang tinggi. Kondisi tersebut dapat diatasi dengan penanganan dan penggunaan alat yang tepat.

Phenyl ethyl alcohol memiliki kandungan bakteristatik dan antijamur sehingga digunakan dalam pembuatan krim antiseptik dan deodoran. Selain itu, produk ini banyak digunakan dalam formulasi berbagai kosmetik terutama dalam produksi sampo dan pewarna rambut yang berfungsi untuk memperbaiki tekstur dan kualitas rambut. Pada industri kimia, *phenyl ethyl alcohol* digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan kimia seperti stirena, fenil etilester, fenil aetaldehida, asam fenil asetat, asam benzoat. Senyawa ini mengandung cincin aromatik, sehingga senyawa ini dapat dinitrasi, disulfonasi, atau diklorinasi untuk mendapatkan berbagai produk substitusi penting di dunia industri (Chaudhari, 2000). *Phenyl ethyl alcohol* digunakan sebagai bahan baku oleh beberapa pabrik di Indonesia meliputi PT. Lion Wings, PT. Priskila Prima Makmur dan PT. Unilever.



Pra Rencana Pabrik Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

Manfaat dari produk *phenyl ethyl alcohol* yang digunakan sebagai bahan baku di beberapa bidang serta perkembangan industri di Indonesia serta belum adanya industri di Indonesia yang memproduksi *phenyl ethyl alcohol*, maka adanya pendirian pabrik tersebut sangat dibutuhkan. Diharapkan dengan adanya pendirian pabrik ini dapat memacu berdirinya pabrik lain yang menggunakan *phenyl ethyl alcohol* sebagai bahan baku. Selain itu, diharapkan pendirian pabrik ini mampu meningkatkan devisa negara dengan ekspor *phenyl ethyl alcohol* serta dapat memenuhi kebutuhan *phenyl ethyl alcohol* dalam negeri.

I.2 Kegunaan Produk

Phenyl ethyl alcohol, bersama dengan citronellol dan geraniol adalah bahan dasar dari pembuatan parfum mawar, juga digunakan sebagai bahan tambahan dalam memperkuat aroma mawar. Kira-kira 10-15% *phenyl ethyl alcohol* yang dihasilkan digunakan untuk membuat acetate dan umum digunakan pada industri makanan, pengharum, dan kosmetik (Soccol, 2019).

I.3 Aspek Ekonomi

Permintaan akan *phenyl ethyl alcohol* di Indonesia semakin meningkat seiring berkembangnya industri makanan, pengharum, dan kosmetik. Dari data BPS, tidak ditemukan data ekspor *phenyl ethyl alcohol* di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa belum ada industri yang memproduksi senyawa kimia tersebut, dan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku ini dilakukan impor dari berbagai negara. Data impor *phenyl ethyl alcohol* dari tahun 2017-2021 dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Data Impor Phenyl Ethyl Alcohol di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2017	5602,63
2018	6383,48
2019	6614,43
2020	7340,42
2021	8066,16

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS)

Data pada tabel yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Indonesia menunjukkan bahwa kebutuhan *phenyl ethyl alcohol* di Indonesia mengalami



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

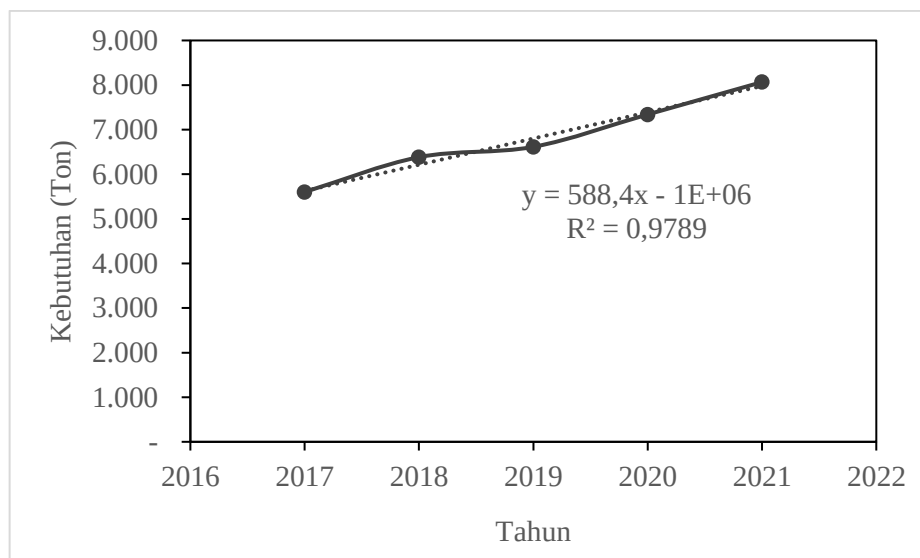
peningkatan setiap tahun. Hal ini menunjukkan diperlukannya industri yang memproduksi *phenyl ethyl alcohol* guna memenuhi kebutuhan industri yang menggunakan senyawa kimia tersebut sebagai bahan baku. Beberapa industri yang menggunakan *phenyl ethyl alcohol* sebagai bahan baku yaitu:

Tabel I.2 Industri yang Menggunakan Phenyl Ethyl Alcohol

Nama Industri	Kebutuhan/Tahun
PT. Lion Wings	1300 Ton
PT. Priskila Prima Makmur	1000 Ton
PT. Unilever Indonesia	4500 Ton
PT. Vitapharm	1000 Ton
PT. Herlina Indah	1200 Ton
PT. Matina Berto	700 Ton

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS)

Data pada Tabel I.1 dapat dikembangkan menjadi sebuah grafik yang ditunjukkan pada Gambar I.1.



Gambar I.1 Grafik Impor Phenyl Ethyl Alcohol Tahun 2017-2021

Grafik yang telah diperoleh digunakan untuk menentukan kapasitas produksi dengan melakukan linearisasi garis pada grafik. Kapasitas produksi dicari menggunakan metode *least square*, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = 588,399 x - 1181175,98 \dots \dots \dots (I.1)$$

Keterangan:

Y = Jumlah impor



X = Tahun

I.4 Kapasitas Pabrik

Berdasarkan persamaan I.1, dapat diprediksikan jumlah impor *phenyl ethyl alcohol* pada tahun 2025 atau ketika pabrik mulai beroperasi yaitu sebesar:

$$Y = 588,399 (2025) - 1181175,98$$

$$Y = 10331,81 \text{ Ton}$$

Maka ditentukan kapasitas produksi sebesar:

$$\text{Kapasitas Produksi} = 120\% \times \text{Jumlah Impor}$$

$$\text{Kapasitas Produksi} = 120\% \times 10331,81 \text{ Ton}$$

$$\text{Kapasitas Produksi} = 12398,1821 \text{ Ton} \approx 12000 \text{ Ton}$$

Kapasitas produksi pabrik *phenyl ethyl alcohol* sebesar 12000 ton/tahun dengan beberapa pertimbangan-pertimbangan pendirian pabrik ini di Indonesia antara lain:

1. Penghematan devisa negara, hal ini karena indonesia selalu mengimpor dalam pemenuhan kebutuhan *phenyl ethyl alcohol*. Selain itu untuk memacu pertumbuhan industri-industri lain yang menggunakan bahan *phenyl ethyl alcohol*.
2. Menambah devisa negara dengan meningkatkan komoditi ekspor *phenyl ethyl alcohol* untuk memenuhi kebutuhan di luar negeri. Kelebihan hasil produksi nantinya dapat diekspor ke negara tetangga (ASEAN).

Harga bahan baku Stirena Oksida adalah US \$ 74,69/kg, sedangkan harga produk *phenyl ethyl alcohol* sebesar US \$ 114,83/kg. Jika dihitung secara kasar untuk menghasilkan 1 ton *phenyl ethyl alcohol* dengan konversi 99,9% hampir sama dengan dibutuhkannya 1 ton styrene oxide, maka dapat diperkirakan:

<i>Phenyl Ethyl Alcohol</i>	1 ton x US \$ 114,83/kg	=	\$ 114.830
Stirena Oksida	1 ton x US \$ 74,69/kg	=	\$ 74.690
		Selisih	= \$ 40.140

(Sumber : TCI Chemical & Sigma Aldrich)



I.5 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk

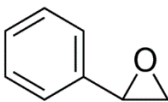
I.5.1 Bahan Baku

I.5.1.1 Stirena Oksida

A. Nama lain

- 1,2-Epoxyethylbenzene
- Phenyloxirane
- Phenylethylene oxide
- Oxirane, phenyl-

B. Sifat Fisika

- Bentuk : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Rumus molekul : C_8H_8O
- Rumus bangun : 
- Berat molekul : 120,15 gr/mol
- Titik beku : $-37\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1 atm)
- Titik didih : $194\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1 atm)
- Densitas : $1,054\text{ gr/cm}^3$ ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 atm)
- Kemurnian : 97 %
- Kelarutan dalam air : 1,49 gr/L ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

(Sigma-Aldrich “Styrene Oxide”, 2021)

- Temperatur kritis : $397,14\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Tekanan kritis : 4249,61 kPa
- Entalpi pembentukan : $-31,12\text{ kJ/mol}$
- Gibbs energy formation* : $103,52\text{ kJ/mol}$ ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Kapasitas panas gas ideal : $187,70\text{ J/mol K}$ (442,81 K)

(Cheméo, 2019)

C. Sifat Kimia

- Stirena oksida tidak larut didalam air.
- Stirena oksida tidak cocok dengan oksidator, basa dan asam.
- Bereaksi terhadap 4-(4'-nitrobenzyl)pyridine.



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

- d. Terpolimerisasi secara eksotermis dan bereaksi sangat cepat dengan penambahan senyawa yang mengandung hidrogen yang mudah lepas seperti alkohol dan amina dengan bantuan katalis asam, basa, dan garam tertentu.
- e. Stirena oksida mudah terbakar.
- f. Stirena oksida beracun apabila terhirup dan tertelan.

(ChemicalBook “*Styrene Oxide*”, 2017)

D. Spesifikasi

Komponen	Persentase
Stirena Oksida (C_8H_8O)	98%
Air (H_2O)	2%

(Sumber: Tokyo Chemical Industry)

I.5.1.2 Hidrogen

A. Sifat Fisika

- a. Bentuk : Gas
- b. Warna : Tidak berwarna
- c. Rumus molekul : H_2
- d. Rumus bangun : $H-H$
- e. Berat molekul : 2,016 gr/mol
- f. Titik beku : $-259,1\text{ }^{\circ}C$ (1 atm)
- g. Titik nyala : $-150\text{ }^{\circ}C$ (1 atm)
- h. Densitas uap relatif : 0,08988 gr/cm³ (gas ideal)
- i. Kemurnian : 99,9 %
- j. Kelarutan dalam air : 0,00196 gr/L ($0\text{ }^{\circ}C$)
(Sigma-Aldrich “*Hydrogen*”, 2021)
- k. Panas penguapan : 0.90 kJ/mol ($-252.87\text{ }^{\circ}C$)
- l. Panas pembakaran : -285.8 kJ/mol
- m. Kapasitas panas : 28,43 J/mol K

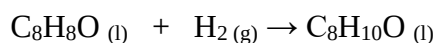
(Pubchem “*Hydrogen*”, 2020)

B. Sifat Kimia



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

- a. Gas hidrogen di dalam industri sering digunakan dalam berbagai proses, antara lain. hidrodealkilasi, hidrodesulfurisasi, hydrocracking, dan hidrogenasi. Berikut adalah reaksi hidrogenasi stirena oksida:



- b. Gas hidrogen merupakan gas yang sangat mudah terbakar dengan konsentrasi gas hidrogen dari 4-75% volume di dalam udara.

(Pubchem “Hydrogen”, 2020)

C. Spesifikasi

Komponen	Persentase
Hidrogen (H ₂)	99,99 %

(Sumber: Sigma-Aldrich “Hydrogen $\geq 99,99\%$ ”)

I.5.2 Bahan Pendukung

I.5.2.1 Metanol

A. Nama lain

- a. Methyl alcohol

B. Sifat Fisika

- a. Bentuk : Cair
- b. Warna : Tidak berwarna
- c. Rumus molekul : CH₃OH
- d. Rumus bangun :
$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$
- e. Berat molekul : 32,04 gr/mol
- f. Titik beku : -98 °C (1 atm)
- g. Titik didih : 64,7 °C (1 atm)
- h. Densitas : 0,791 gr/cm³ (25 °C, 1 atm)
- i. Kemurnian : 99,9 %
- j. Kelarutan dalam air : 1,00 gr/L (20 °C)

(Sigma-Aldrich “Methanol”, 2021)

- k. Entalpi pembentukan : -238,4 kJ/mol (liq)



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

- l. *Gibbs energy formation* : -166,2 kJ/mol (liq)
m. Kapasitas panas : 81,08 J/mol K (25 °C)
(Pubchem "*Methanol*", 2020)

C. Sifat Kimia

- Metanol larut didalam air.
- Metanol akan stabil apabila disimpan dalam kondisi yang direkomendasikan
- Metanol mengeluarkan asap tajam dan asap yang mengiritasi ketika dipanaskan hingga terdekomposisi
- Uapnya sedikit lebih berat daripada udara dan dapat menempuh jarak tertentu ke sumber api. Setiap akumulasi uap di ruang terbatas, seperti bangunan atau saluran pembuangan, dapat meledak jika terdapat api.
- Metanol beracun apabila terhirup dan tertelan.

(Pubchem "*Methanol*", 2020)

D. Spesifikasi

Komponen	Persentase
Metanol (CH ₃ OH)	99,9%
Air (H ₂ O)	0,1%

(Sumber: Sigma-Aldrich "*Methanol HPLC* $\geq 99,9\%$ ")

I.5.2.2 Natrium Hidroksida

A. Nama lain

- Kaustik soda

B. Sifat Fisika

- Bentuk : Padat
- Warna : Putih
- Rumus molekul : NaOH
- Rumus bangun :
$$\text{Na} \text{---} \text{OH}$$
- Berat molekul : 40 gr/mol
- Titik beku : 318 °C (1 atm)



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

- g. Titik didih : 1390 °C (1 atm)
h. Densitas : 2,13 gr/cm³ (25 °C, 1 atm)
i. Kelarutan dalam air : 1090 gr/L (20 °C)
(Sigma-Aldrich “*Sodium Hydroxide*”, 2021)
j. Panas penguapan : 175 kJ/mol (1388 °C)
k. Panas pembentukan : -425.8 kJ/mol (298.15 K)
(Pubchem “*Sodium Hydroxide*”, 2020)

C. Sifat Kimia

- a. Natrium hidroksida larut didalam air dan etanol.
b. Natrium hidroksida sangat korosif terhadap logam.
c. Natrium hidroksida bereaksi dengan semua asam mineral untuk membentuk garam yang sesuai. Natrium hidroksida juga bereaksi dengan gas asam lemah, seperti hidrogen sulfida, sulfur dioksida, dan karbon dioksida.
d. Natrium hidroksida bereaksi dengan logam amfoter (Al, Zn, Sn) dan oksidanya membentuk anion kompleks seperti AlO_2^- , ZnO_2^{2-} , SnO_2^{2-} , dan H_2 (atau H_2O dengan oksida).
e. Semua asam organik juga bereaksi dengan natrium hidroksida untuk membentuk garam larut.

(Pubchem “*Sodium Hydroxide*”, 2020)

D. Spesifikasi

Komponen	Persentase
Natrium Hidroksida (NaOH)	98 %
Natrium Karbonat (Na_2CO_3)	2 %

(Sumber: Sigma-Aldrich “*Sodium Hydroxide* $\geq 99\%$ ”)

I.5.2.3 Katalis Pd/C 1%

A. Sifat Fisika

- a. Bentuk : Padatan
b. Bentuk ion : Pd^{2+}
c. Matrix : Karbon
d. Bulk density : 112 kg/m³



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

- e. Luas permukaan : 85-105 m²/g
- f. Ukuran : 4,75-5 mm
- g. Diameter pori : 0,2 mm

B. Sifat Fisika

Komponen	Persentase
Palladium (Pd)	1%
Karbon Aktif (C)	99%

(Fishersci "*Palladium on activated Carbon 1%*", 2020)

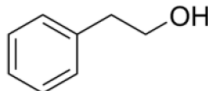
I.5.3 Produk

I.5.3.1 Phenyl Ethyl Alcohol

A. Nama lain

- a. Phenethyl alcohol
- b. 2-Phenylethanol

B. Sifat Fisika

- a. Bentuk : Cair
- b. Warna : Tidak berwarna
- c. Rumus molekul : C₈H₁₀O
- d. Rumus bangun : 
- e. Berat molekul : 122,16 gr/mol
- f. Titik beku : -27 °C (1 atm)
- g. Titik didih : 218,2 °C (1 atm)
- h. Densitas : 1,02 gr/cm³ (25 °C, 1 atm)
- i. Kemurnian : 99,9 %
- j. Kelarutan dalam air : Sedikit larut dalam air

(Vigon "*Phenethyl Alcohol*", 2015)

C. Sifat Kimia

- a. Phenyl ethyl alkohol adalah alkohol primer yang etanolnya disubstitusi oleh gugus fenil pada posisi 2.
- b. Phenyl ethyl alkohol termasuk dalam golongan benzene.



Pra Rencana Pabrik
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

- c. Senyawa murni sulit untuk mengkristal karena cenderung sangat dingin terhadap kaca. Selain itu, phenyl ethyl alcohol membentuk sejumlah azeotrop.
- d. Pengotor yang umum adalah benzaldehida, benzilaseton, 1-fenil-2-propanol, dan fenilasetaldehida.

(Pubchem “2-phenylethanol”, 2020)

D. Spesifikasi

Komponen	Persentase
<i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> (C ₈ H ₁₀ O)	99% (Min)
Air (H ₂ O)	0,5% (Max)
Stirena Oksida (C ₈ H ₈ O)	0,05 (Max)

(Sumber: Sigma-Aldrich “*Phenethyl Alcohol* ≥ 99%”)